

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-263315

(43)Date of publication of application : 13.10.1995

(51)Int.Cl.

H01L 21/027

G03B 27/32

G03F 7/20

(21)Application number : 06-054297

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 25.03.1994

(72)Inventor : TANAKA SATOSHI

INOUE SOICHI

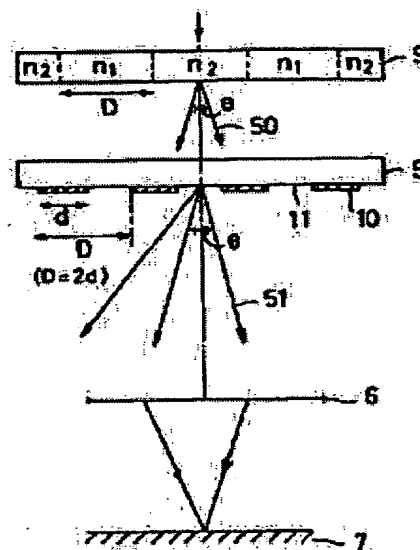
FUJISAWA TADAHITO

## (54) PROJECTION ALIGNER

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To always obtain the optimum oblique-incident lighting position and polarizing direction by controlling the refractive index, transmittance, and polarization of a filter so that the angle and direction of polarization of diffracted light can become equivalent to the optimum oblique-incident lighting position in accordance with the periodic direction and pitch of a mask pattern.

**CONSTITUTION:** A reticle 5 is formed on a transparent substrate and composed of a light shielding section 10 which is made of such a light shielding material as chromium, etc., and does not transmit exposing light and an opening 11 which transmits the exposing light. The refractive index of a filter 9 electrically or optically changes in a cycle of  $2D$ . The angle  $\theta$  of diffraction of primary diffracted light can be decided from  $2D\sin\theta = \lambda$  when the variation  $\Delta n$  of the refractive index and film thickness ( $t$ ) of the filter 9 are adjusted. When a mask is irradiated with the diffracted light, two-flux interference is obtained on a wafer.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-263315

(43) 公開日 平成7年(1995)10月13日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/027				
G 0 3 B 27/32		F		
G 0 3 F 7/20	5 2 1			

H 0 1 L 21/ 30

5 1 5 F

5 1 5 E

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 5 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平6-54297

(22) 出願日 平成6年(1994)3月25日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 田中 聡

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内

(72) 発明者 井上 壮一

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内

(72) 発明者 藤澤 忠仁

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内

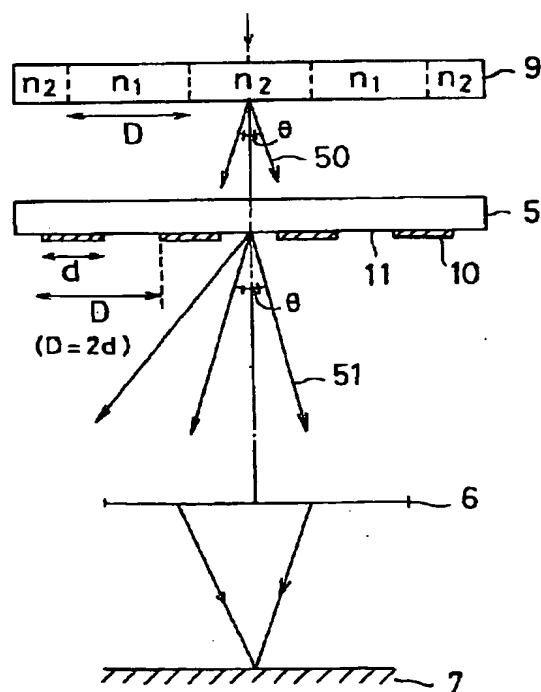
(74) 代理人 弁理士 則近 憲佑

(54) 【発明の名称】 投影露光装置

(57) 【要約】

【構成】 本発明は、半導体集積回路の製造に用いられるもので、マスクに形成されたパターンを投影光学系を介してウェハ上に投影露光する際に、マスクと光源との間に光変調可能なフィルタを装着して微細なレジストパターンを形成する投影露光装置である。

【効果】 本発明によれば、L/Sパターンに対し、斜入射照明法と同等の解像力を有し、且つ露光光のロスを少なくして転写が可能となる。



**【特許請求の範囲】**

**【請求項 1】** マスクに形成されたパターンを投影光学系を介してウェハ上に投影露光する投影露光装置において、前記マスクと光源との間に、屈折率、透過率及び偏光に対し変調可能なフィルタを装備し、前記マスクパターンの周期方向及びピッチに応じて、最適斜入射照明位置と等価な回折光角度、偏光方向を得るようにフィルタ屈折率・透過率及び偏光を制御することを特徴とする投影露光装置。

**【請求項 2】** 前記フィルタとして、電気光学材料を用い、屈折率・透過率及び偏光を電氣的、光学的に制御することを特徴とする請求項 1 記載の投影露光装置。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

**【産業上の利用分野】** 本発明は、半導体集積回路の製造に於ける微細レジストパターンを形成する投影露光装置に関するものである。

**【0002】**

**【従来の技術】** 近年、光リソグラフィー技術の進歩は目ざましく、露光光の短波長化（i 線（365nm）、KrF エキシマレーザ（248nm））や投影露光装置の高性能化、特にレンズの高 NA 化によってより微細なレジストパターンをウェハ上に形成できるようになってきた。図 3 に従来一般的に用いられている投影露光装置の概略構成を示す。光源 1、第 1 集光光学系 2、均一化光学系 3、第 2 集光光学系 4、レチクル 5、投影光学系 6、ウェハ 7 の順に配列されている。第 1 集光光学系 2 は楕円反射鏡及びインพุットレンズに相当する部分であり、楕円鏡の他球面鏡、平面鏡、レンズ等を適当に配置し、光源から光束をできるだけ効率よく均一化光学系 3 に入れる役目をもつ。また、均一化光学系 3 はオプティカルインテグレート（蠅の目レンズ）に相当する部分であり、その他として光ファイバや多面体プリズム等が使用されることもある。

**【0003】** 第 2 集光光学系 4 はアウトプットレンズ及びコリメーションレンズに相当する部分であり、均一化光学系 3 の出射光を重畳させ、さらに像面テレセントリック性を確保する。この他、光束が光軸平行に近い場所に収差補正がされている波長のみを透過するフィルタが挿入され、またコールドミラーも、場所は一義的ではないが挿入される。

**【0004】** このように構成された装置においてレチクル 5 から光が来る側を見た場合、光の性質は、第 2 集光光学系 4 を通して均一化光学系 3 から出てくる光の性質となり、均一化光学系 3 の出射側が見かけ上の光源に見える。このため上記のような構成の場合、一般に均一化光学系 3 の出射側 8 を 2 次光源と称している。レチクル 5 がウェハ 7 上に投影される時、投影露光パターンの形成特性、即ち解像度や焦点深度等は、投影光学系 6 の開口数 NA 及びレチクル 5 を照射する光の性質、即ち 2 次光源

8 の性質によってきまる。

**【0005】** しかし、微細なパターンをレジスト上に形成するため露光光の短波長化、投影光学装置の高 NA 化によって解像度をあげると、逆に焦点深度が低下するため実用解像度はあまり向上しない。そこで投影露光装置において 2 次光源強度分布、レチクル、投影光学系の瞳面の複素透過率分布を従来のものから変化させることで、解像度や焦点深度の向上が考えられてきている。

**【0006】** 解像力を向上させるものとして、特に LSI における配線パターンのような 1 次周期性をもつパターン（以下 L/S と略記）に対しては、図 4 に示すように、マスク 20 の開口部 21 に対して隣合う開口部 22 を通過する露光光 23 との位相差がほぼ 180 度となるように形成されたマスクを用いることにより、透明基板上に L/S パターンをクロム等の遮光性物質を用いて形成した従来のマスクに対して、解像度が約 2 倍向上することが知られている。この種の公知例としては特開昭 57-62052 号が挙げられる。

**【0007】** しかし、上記マスクを用いる場合、シフトを交互にはることが一般的には困難であることや、シフト作成が困難なことにより、このマスクとほぼ同等の効果を得られる別の方法が考えられてきている。

**【0008】** 上記方法の 1 つとして、図 5 に示すようにパターン周期方向に光軸 30 から偏心した位置から照明することで隣合う開口 31 を透過する光 32 の間に位相差をつけ、解像力をます方法（特開平 4-273428）が提案されている。この場合、従来は 2 次光源位置 9 にフィルタ（絞）33 をおいて形成しており、遮光部での露光光の損失が大きくなってしまう。

**【0009】** これらを解決する方法として、図 6 に示すようにマスク 5 の上方にダミーマスク 40 をおき、これにより得られる回折光を用いることで、マスクに対し斜入射効果を得て、解像力を向上するという方法が提案されている（1993 春季応物 30p-L-10）。ダミーマスクのパターンとして位相シフトオンリーのものを用い、パターンサイズはマスクパターンサイズの 2 倍の大きさにする。これによって得られる回折光によってマスクを照明することにより、斜入射照明を実現している。2 次光源位置で斜入射照明を実現する場合に比べ、ダミーマスクを用いた場合光量の損失が削減され、かつパターンに対応したダミーパターンを形成することで最適な斜入射位置を常に維持することが可能となっている。

**【0010】** しかし、ここにおいて提案されているダミーマスクは、透明基板上にパターンを彫り込みまたは張り付けて作成するものであり、マスクと一体化するには作成上困難が生じる。またマスクとは別に形成する場合においても、今度はマスクが変わるたびにダミーマスクも交換する必要が生じる。

**【0011】**

**【発明が解決しようとする課題】** 以上のようにダミーマ

スクを用いた場合、その作成過程及び実際の露光過程の面で問題があった。上記問題は、ダミーマスクとして、透明基板の膜厚を周期的に変化させることで回折光を得ているために、1つのパターンに対して1つのダミーマスクを制作しなければならないところに存在するものである。

#### 【0012】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明では、マスクに形成されたパターンを投影光学系を介してウェハ上に投影露光する投影露光装置において、前記マスクと光源との間に、微細領域より形成され、上記領域内の屈折率、透過率及び偏光を任意に変化する事が可能なフィルタを装備し、前記マスクパタンの周期方向及びピッチに応じて、上記フィルタにより生じる回折光角度を得るようにフィルタ屈折率・透過率及び偏光を制御すること、及び、上記に記載のフィルタとして、電気光学材料を用いることで屈折率・透過率及び偏光を電氣的、光学的に制御することとを特徴とする、投影露光装置を提供する。該フィルタ材料として、フォトリフラクティブ材料、液晶、音響光学変調素子(AOM) 10 などを用いることとする。

#### 【0013】

【作用】本発明によれば、ダミーマスクとして上記フィルタをもちいることで、マスク上の任意の線幅・ピッチを有する周期パターンに対して、当パターンにより生じる0次回折光と1次回折光のなす角度の $1/2$ でもって入射するように、該フィルタの屈折率・透過率分布を形成し、また、偏光方向を当パタンの周期方向に直交するように形成することが可能となり、常に最適な斜入射照明位置及び偏光方向を与えることが可能となる。

#### 【0014】

【実施例】図1に従って本発明の実施例について説明する。本発明で用いる投影露光装置の基本的な構成は従来の装置と同一であり、異なるのは図3のレチクル5の上部にフィルタ9を設置することである。図1は本発明の実施例のフィルタ及びレチクルの配置の基本構成である。

【0015】本実施例で使用されるレチクル5は透明基板上に、クロム等の遮光性物質よりなり露光光を透過しない遮光部10及び露光光を透過する開口部11により形成されたものである。本発明で用いるフィルタ9は電氣的あるいは光学的に、周期 $2D$ で屈折率が変化したものを用いる。屈折率変化量 $\Delta n$ 及びフィルタ膜厚 $t$ を調整することによって、1次回折光として回折角 $\theta$ が以下の式で決まるようにする事が可能となる。

$$【0016】 2D \sin \theta = \lambda$$

この回折角 $\theta$ によりマスクを照明することで、得られる回折光51は図1のようになり、ウェハ上では2光束干渉が得られる。これにより、解像力向上効果並びに焦点深度向上効果が得られる。

【0017】またこの場合、フィルタとマスクとはフラウンホーファ回折で近似できる程度の距離離して置かれるため、斜入射光の双方はインコヒーレントであると考えることができる。

【0018】次に上記フィルタを形成する方法について更に詳しく述べることとする。フィルタを構成する材料として、まずフォトリフラクティブ材料等の光電場の2乗に比例して屈折率が変化するものを考える。図2に示すように、上記材料60に波長 $\lambda$ で互いにコヒーレントな光波61を入射角度 $\theta$ で入射したとする。フィルタ中には干渉により周期 $P$ の光強度分布が形成される。

$$【0019】 P = \lambda / 2 \sin \theta$$

この光強度分布に応じて屈折率変化が生じる。フォトリフラクティブ材料など電場の2乗に比例して屈折率が変化するものでは、この光強度分布と屈折率変化分布は周期が等しくなる。この屈折率分布にたいして、得られる回折光を求める。得られる回折光の角度が所望の値になるように、形成時の光強度や波長・フィルタ膜厚を調整する。その1つとして $P = 2D$ とし、屈折率の最大と最小を通る光の位相差が $180$ 度となるようにすると、回折光はほぼ所望の値に得られることになる。

【0020】なお実施例において、図1、図2の $D$ 、 $P$ で表されるピッチは必ずしもパターンサイズ $d$ あるいは $D$ の2倍である必要はなく、その周期性が完全である必要もなく、一部パターンが欠けても構わない。

【0021】またフィルタ材料も、必ずしもフォトリフラクティブ材料である必要はなく、液晶等の素子を用いて同等の効果を得られれば差し支えない。また液晶等と組み合わせて、偏光方向をパターン周期方向と直交するように制御することができれば更に解像力向上効果が得られる。またフィルタも、必ずしも回折光を離散的に発生するようにする必要はない。

【0022】更に本実施例に、像面側の焦点面位置を変えて多重露光することや、瞳面に回折光の複素透過率分布に変調をかけることを加えても、本発明にはなんら差し支えるところではない。

【0023】本発明の望ましい実施形態としては、マスクパターンとして周期性をもったものを用いること、マスクとしては通常クロム等の遮光部と透過部よりなるマスクを用いること、及び、上記フィルタとして、屈折率分布を書き換えることが可能なものを用いることが挙げられる。

#### 【0024】

【発明の効果】マスクに形成されたパターンを投影光学系を介してウェハ上に投影露光する投影露光装置において、前記マスクと光源との間に、微細領域より形成され、上記領域内の屈折率、透過率及び偏光に対し任意に変調する事が可能なフィルタを装備し、前記マスクパタンの周期方向及びピッチに応じて、最適斜入射照明位置と等価な回折光角度及び偏光方向を得るように上記フィ

ルタ屈折率・透過率及び偏光を制御することを特徴とする投影露光装置を用いることで、L/Sパタンに対し、斜入射照明法と同等の解像力を有し、且つ露光光のロスが少ない転写が可能となる。更に上記フィルタとして電気光学素子等を用いることによって、異なるマスクに対して1つのフィルタで同様の効果を得ることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施例に用いるレチクル及び光源フィルタの構成図。

【図2】 本発明の実施例に用いるフィルタの機能説明図。

【図3】 従来の投影露光装置の概略構成図。

【図4】 従来の位相シフトマスクの例を示す構成図。

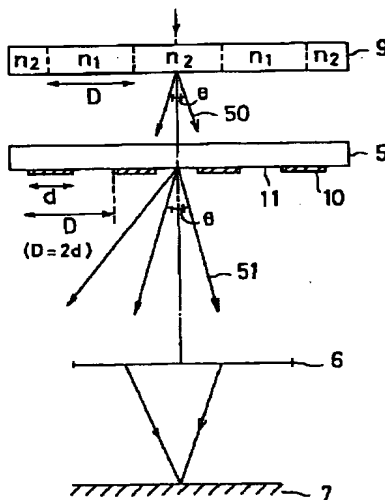
【図5】 従来の斜入射照明の例を示す構成図。

【図6】 従来のダミーマスクを用いた斜入射照明の例を示す構成図。

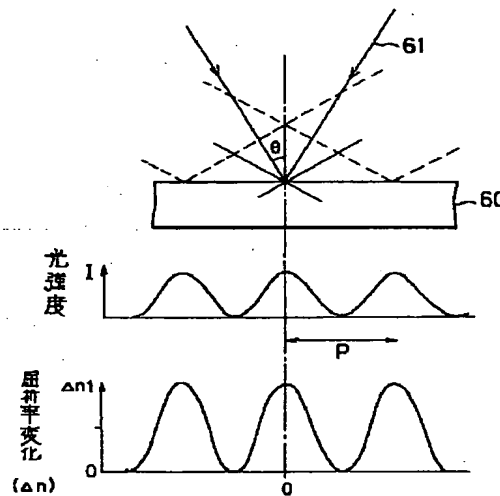
【符号の説明】

- 1 光源
- 2 第1集光光学系
- 3 均一化光学系
- 4 第2集光光学系
- 5 レチクル
- 6 投影光学系
- 7 ウェハ
- 8 2次光源位置
- 9 フィルタ（ダミーマスク）
- 10 レチクルの開口部
- 11 レチクルの遮光部
- 12 フィルタを形成する為のコヒーレント光

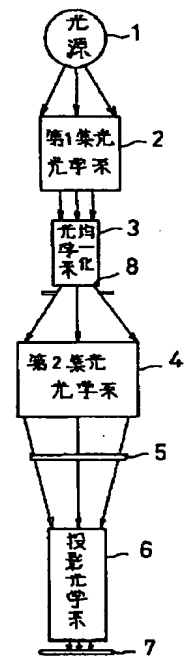
【図1】



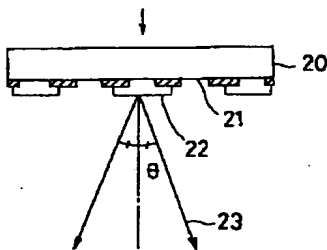
【図2】



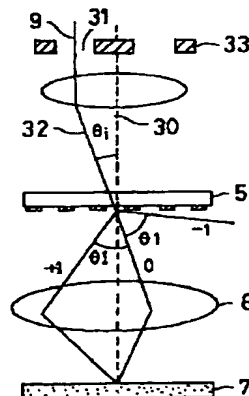
【図3】



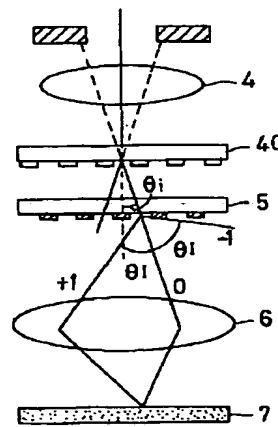
【図4】



【図5】



【図6】



(5)

特開平7-263315

フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H O 1 L 21/30

5 2 8